

RENDICONTI

DELLE SEDUTE

DELLA REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

MEMORIE E NOTE

DI SOCI O PRESENTATE DA SOCI

pervenute all'Accademia sino al 21 agosto 1904.

Fisica. — Le reazioni con presunta variazione di peso sono accompagnate da fenomeni di radioattività? Nota del dott. G. MARTINELLI, presentata dal Socio P. BLASERNA.

Le ricerche del Landolt ⁽¹⁾, Sanford e Ray ⁽²⁾, Heydweiller ⁽³⁾ ed altri sulle variazioni di peso che si riscontrerebbero in alcune reazioni chimiche, benchè meritino conferma [vedi Rayleigh ⁽⁴⁾ e Joly ⁽⁵⁾], presenterebbero un fenomeno del tutto nuovo, cioè o una variazione di massa o per lo meno una eccezione alla legge di proporzionalità fra massa e peso. Secondo le vedute della teoria atomica, in accordo con gli ultimi risultati della fisica, un tale fenomeno dovrebbe con grande probabilità essere accompagnato da trasformazioni atomiche. Da tale punto di vista la moderna teoria sulla costituzione elettrica della materia potrebbe suggerire l'ipotesi, per quanto un po' ardita, che quelle trasformazioni atomiche, che alcuni fisici hanno supposto nel radio e negli altri corpi attivi avvenire permanentemente, si verifichino in alcuni altri corpi solo quando sono sottoposti a certi speciali trattamenti chimici o fisici. Tale ipotesi naturalmente è tutt'altro che ben definita; poichè, se ad

(1) Zeitschrift f. phys. Chem. XII, 1, 1893.

(2) Phys. Rev., vol. V, 1897.

(3) Drude's Ann. der Physik, 5, 1901, 394.

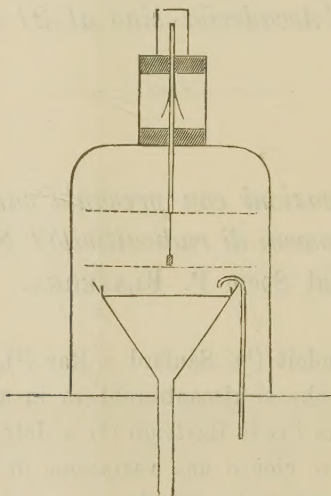
(4) Nature, LXVI, pag. 58.

(5) Trans. Roy. Dub. Soc., vol. VIII, part II.

esempio, nel caso di reazioni con perdita di peso si volesse attribuire questa intieramente alla perdita di elettroni, questi sarebbero lanciati in numero incomparabilmente più grande che nelle sostanze più attive, e nel caso poi di reazioni con aumento di peso non è chiaro quello che dovrebbe avvenire. Piuttosto che di una ipotesi si tratterebbe quindi solamente del dubbio che le trasformazioni dell'energia atomica, le quali spezzano continuamente in elettroni gli atomi dei corpi radioattivi, possano nei corpi di cui parliamo lasciare sfuggire qualche elettrone nell'istante della reazione.

Riferisco una breve serie di ricerche eseguite su tale punto e con esito negativo.

Il concetto sperimentale era di constatare se le dette reazioni fossero accompagnate da una ionizzazione nell'aria circostante, osservando le variazioni della velocità di scarica di un corpo in un ambiente chiuso ove si facevano avvenire dette reazioni.



Poteva supporre *a priori* che l'intensità del fenomeno, se esistente, sarebbe stata piccolissima, onde la necessità di mettersi in condizioni di grande sensibilità adottando una disposizione che permettesse di produrre con continuità durante un lungo periodo di tempo la reazione studiata.

L'apparecchio adoperato consisteva in una campana di vetro della capacità di cm^3 865 sormontata da un cilindro metallico, con finestra chiusa da una lastrina di vetro, e chiuso alle estremità con tappi di zolfo. Il cilindro ed i tappi erano attraversati da un'asticella metallica che si prolungava nell'interno della campana sorreggendo orizzontalmente una rete metallica circolare di cm. 9,5 di diametro. All'asta metallica nella parte interna al cilindro erano attaccate due foglioline di alluminio che funzionavano da elettrometro. Alla rete metallica, mediante un uncino isolante ed alla distanza

di cm. 2, era appesa parallelamente un'altra rete identica e rilegata al suolo. La reazione si faceva avvenire in un piattello situato pochi millimetri al disotto della rete al suolo e posto in un imbuto di vetro che attraversava il fondo della campana. Nel piattello, mediante un getto sottilissimo, poteva prodursi una corrente continua del liquido solvente, che si scaricava poi nell'imbuto.

L'opportunità della chiusura ermetica del cilindro metallico contenente l'elettrometro e la connessione rigida fra la rete carica e quella al suolo si mostra evidente, quando si pensi che le variazioni di temperatura o di volume causate dalle reazioni avrebbero prodotto variazioni della capacità del sistema e nocivi spostamenti delle foglioline.

Le reazioni studiate scelte fra quelle per cui gli osservatori ricordati riscontrarono maggiori variazioni di peso furono:

Soluzione in acqua acidula (H_2O gr. 90; H_2SO_4 gr. 10) *del solfato di rame cristallizzato.*

Riduzione del solfato di argento con solfato ferroso in soluzione acida.

In seguito fu anche provata *la soluzione del bicromato potassico in acqua.*

Comunicata una carica determinata all'elettrometro (circa 240 Volta), per mezzo di canocchiale munito di micrometro, osservavo di quante divisioni della scala cadeva la fogliolina in un dato tempo, paragonando la escursione avvenuta durante la reazione, quando cioè il solvente scorreva sopra i sali, con le escursioni avvenute durante due uguali periodi di tempo prima e dopo la reazione, nei quali, a seconda delle opportunità sperimentali, il piattello era vuoto o conteneva i sali senza il solvente od anche vi si lasciava scorrere il solo solvente, avendo con osservazioni preliminari constatato non aversi in questi tre ultimi casi variazioni di caduta. Ciascun periodo era di 2 ore ed avevo cura di rinnovare ad ogni esperienza l'aria nell'interno della campana. A facilitare poi l'azione del solvente, i sali erano ridotti in polvere tenuissima.

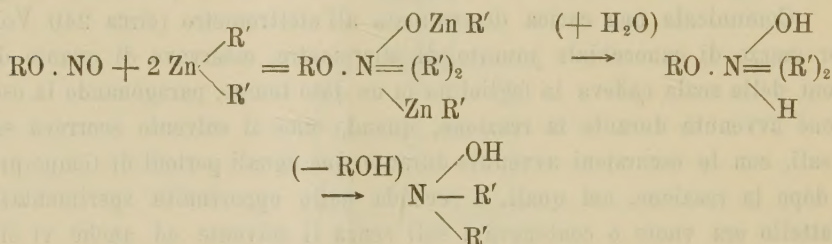
Nella tabella che segue do i risultati di una serie completa per ciascuna delle reazioni adoperate, più i risultati di una serie eseguita completamente a vuoto onde mostrare l'andamento dell'apparecchio e le variazioni di caduta dovute alle variazioni di conducibilità dell'aria da attribuirsi a cause accidentali. Indico per ogni esperienza il contenuto del piattello, adoperando il simbolo O per le esperienze a vuoto. I numeri rappresentano la perdita dell'elettrometro in divisioni della scala micrometrica, corrispondendo una divisione a circa 1 Volta.

O	11,8	Soluzione di H_2SO_4	12	$\text{Ag}_2\text{SO}_4 + \text{FeSO}_4$	11,8	H_2O	12,2
O	13	$\text{CuSO}_4 + 5 \text{H}_2\text{O}$ con soluzione di H_2SO_4	12	$\text{Ag}_2\text{SO}_4 + \text{FeSO}_4$ con soluzione di H_2SO_4	12,4	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ con H_2O	11
O	13,2	Soluzione di H_2SO_4	13	O	13	O	12,1

Dalla semplice ispezione della tabella può subito notarsi che le variazioni nella perdita dell'elettrometro nel periodo della reazione sono rigorosamente dello stesso ordine di quelle dovute alle variazioni di conducibilità dell'aria ambiente e degli isolanti; non si può quindi affermare in alcun modo l'esistenza di una ionizzazione. Credo quindi poter concludere che nelle reazioni da me studiate non si riscontra (nei limiti di sensibilità della disposizione adoperata) alcuna produzione di elettroni liberi.

Chimica. — *Azione dell'ioduro di magnesioetile sulla nitrobenzina* ⁽¹⁾. Nota di BERNARDO ODDO ⁽²⁾, presentata dal Socio E. PATERNÒ.

I. Bevad ha dimostrato che i zincoalchili sono capaci di reagire con gli ester dell'acido nitroso, quantunque molto lentamente, attraverso dei mesi, per dare origine alle idrossilamine bialchilate ⁽³⁾:



Ottenne così per azione di $\text{Zn}(\text{C}_2\text{H}_5)_2$ sui nitriti degli alcoli isopropilico e isoamilico la β, β -dietilidrossilamina; per azione dello zincopropile sul nitrito di propile la β, β -dipropilidrossilamina.

Con i composti organomagnesiacci la medesima reazione è stata studiata da Ch. Moureu ⁽⁴⁾: egli osservò ch'essi reagiscono con grande energia coi nitriti alcoolici e così pure con le nitroparaffine, e analogamente per azione dell'ioduro di magnesioetile sul nitrito d'amile, come sul nitroetane, ottenne la β, β -dietilidrossilamina.

Wieland ⁽⁵⁾ finalmente ha osservato che l'ipozotide, a differenza della CO_2 , reagendo con i composti organomagnesiacci alifatici non fornisce degl'acidi, ma si comporta come le nitroparaffine, donde le dialchilidrossilamine; così

(1) Estratto dalla tesi di laurea in Chimica generale.

(2) Lavoro eseguito nell'Istituto di chimica generale dell'Università di Cagliari, giugno 1904.

(3) Chemisches Centralblatt 1900 II, 724.

(4) Comptes rendus de l'Acad. des Sciences, 132, 839.

(5) Berichte 1903, 2315.

per azione dell'ioduro di magnesioetile ha pure ottenuto la β,β -dietilidrossilamina.

Con questa reazione però non è riuscito a preparare la difenilidrossilamina per azione del bromuro di magnesiofenile, ed ha osservato inoltre che i nitrosocomposti reagiscono lentamente con i composti organomagnesiaci; poco prodotto fornisce il nitrosobenzolo, e dà una base la nitrosodimetilanilina, ch'egli non ha ancora studiato.

Nessuna ricerca, ch'io sappia, è stata eseguita finora sui nitrocomposti aromatici. Io ho voluto intraprendere tale studio, pigliando a guida la formazione dei composti piridici analizzabili, da me scoperti, per svelare la prima fase della reazione.

Espongo per ora i primi risultati ottenuti con la nitrobenzina.

La reazione fra nitrobenzina ed ioduro di magnesioetile in soluzione eterea avviene molto energicamente, tanto che ho pensato di raffreddare il pallone nel quale si compiva la reazione tenendolo immerso nel miscuglio frigorifero di ghiaccio e sale, agitando continuamente e facendo cadere a gocce lente la nitrobenzina diluita con egual volume di etere.

Appena una goccia di soluzione di nitrobenzina arrivava a contatto della soluzione di ioduro di magnesioetile, si sentiva una sibilo come di ferro rovente immerso nell'acqua e precipitava una sostanza gialla, che da principio si scioglieva facilmente nell'etere.

Continuando a versare con la lentezza suddetta la soluzione di nitrobenzina, si osservò ad un dato istante che la massa, la quale prima era gialla, diventò quasi istantaneamente oscura, con passaggio così netto, da potersi paragonare a quello delle analisi volumetriche. Perciò sospesi di versare nitrobenzina.

Io ne avevo preparato una molecola per una molecola di composto organomagnesiaco, invece ne ho impiegato circa $\frac{2}{3}$ di molecola di nitrobenzina; ed in tutte le preparazioni mi son lasciato guidare dal mutamento di colore della soluzione, anzichè da rapporti stechiometrici, ed è di tal prodotto che descriverò in questa Nota il comportamento con la piridina e l'acqua. Durante la reazione non si svolge quasi affatto o pochissimo gas.

Composto piridico.

Al prodotto della reazione fra nitrobenzina e ioduro di magnesioetile, quantunque fosse in massima parte raccolto attorno alle pareti del pallone come precipitato bruno attaccaticcio, ho aggiunto piridina circa 2 molecole sulla quantità impiegata di composto organo magnesiaco: agitando la massa nera divenne in parte gialla polverulenta. Riscaldai per circa sei ore, agitando frequentemente e poscia, mentre la soluzione era ancora calda, filtrai,

La soluzione cloridrica fu trattata con soluzione concentrata di carbonato sodico sino a reazione fortemente alcalina: si separò un olio alquanto abbondante che venne estratto con etere, la soluzione eterea fu lavata con acqua, quindi dissecata su carbonato sodico anidro, filtrata e scacciato il solvente fu conservato il prodotto in un essiccatore a potassa e paraffina. Era un olio oscuro, di odore di anilina.

Analizzato senz'altro per evitare una possibile decomposizione nel distillarlo, diede i seguenti risultati:

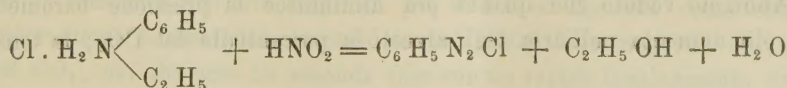
Sostanza impiegata gr. 0,2552: CO₂ 0,7252; H₂ O gr. 0,2178
 " " " 0,3146: azoto raccolto cc. 29,6 a 23°
 e mm. 759,5 di Hg.

	Trovato %
C	77,50
H	9,48
Az	10,58
	<hr/> 97,56

Aveva ottenuto dunque una base non ossigenata, la piccola differenza dovendosi attribuire alle impurezze. La composizione centesimale, il punto dell'ebollizione ed il comportamento caratteristico mi dimostrarono subito ch'essa era etilanilina C₆H₅NH per la quale si calcola:

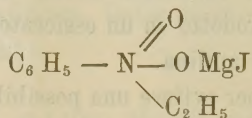
	C ₂ H ₅
C	79,3
H	9,1
Az	11,6

Difatti distillata anzitutto alla pressione di cm. 1 di Hg, passò in gran parte a 130°-135°, poco fra 135°-160° e rimase un residuo scarso. La frazione 130°-135° ridistillata a pressione ordinaria venne raccolta in massima parte a 205°-208° (etilanilina p. e. 206°). Era pochissimo solubile in acqua; tuttavia comunica a questa reazione alcalina, la soluzione cloridrica s'intorbidava appena con soluzione concentrata di AuCl₃, PtCl₄, PtJ₄. KJ. Diede la reazione caratteristica dell'etilanilina: trattata cioè con un po' di soluzione di nitrito sodico, si separarono delle goccioline oleose (nitrosoetilanilina) ma la soluzione si copulò con la soluzione alcalina di β-naftol dando la nota reazione diazoica, perchè conteneva un po' di cloruro di diazoniobenzina, formatosi, come descrisse P. Griess ⁽¹⁾ per la reazione:



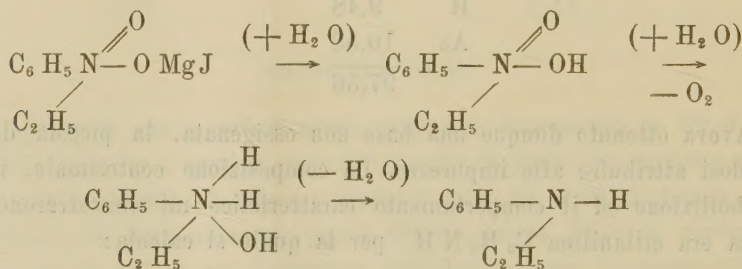
(¹) Berichte 7, 218.

Queste ricerche mi hanno condotto finora dunque a stabilire due termini, uno iniziale e l'altro finale della reazione: il primo è il prodotto d'addizione dell'ioduro di magnesioetile ad un solo atomo d'ossigeno della nitrobenzina:



il secondo è l'etilanilina formatasi come prodotto principale per azione dell'acqua su questo composto.

Per quale successione di reazioni si passi da un prodotto all'altro verrà chiarito in altro lavoro. Per ora possiamo rappresentare questo passaggio schematicamente a questo modo:



Fisiologia. — *Influenza della depressione barometrica sulla tensione parziale dell'anidride carbonica e dell'ossigeno negli alveoli polmonari* ⁽¹⁾. Nota del Dott. A. AGGAZZOTTI, presentata dal Socio A. Mosso.

In una precedente Nota ⁽²⁾ abbiamo veduto come si modifichi la composizione dell'aria negli alveoli polmonari, quando diminuisce la pressione barometrica; esposti sommariamente i risultati delle analisi in due tavole, ora esaminiamo meglio quei dati dandone una rappresentazione col metodo grafico, che ne faciliti lo studio.

Tensione parziale del CO₂.

Abbiamo veduto che quanto più diminuisce la pressione barometrica, tanto più aumenta nell'aria degli alveoli la percentuale del CO₂; la tensione

⁽¹⁾ Lavoro eseguito nell'Istituto fisiologico della R. Università di Torino.

⁽²⁾ A. Aggazzotti, Rendiconti R. Accademia dei Lincei, 19 giugno 1904, pag. 732.

parziale del CO_2 tuttavia tende un po' a diminuire come si vede nella colonna corrispondente della tavola II nella nota suddetta. Il valore della pressione parziale del CO_2 è più piccolo del normale, anche quando l'eliminazione di detto gas è assai forte, arrivando al 9 % nell'aria di riserva.

Quando l'aria che noi respiriamo diventa sempre più rarefatta, la tensione parziale del CO_2 non si abbassa in modo uniforme e progressivamente col progredire della rarefazione, ma presenta certe oscillazioni costanti, le quali dipendono dalle modificazioni nell'eliminazione del CO_2 prodotte dalla depressione barometrica.

La tensione parziale dell'anidride carbonica si abbassa rapidamente di 6 o 10 mm. di Hg quando la pressione barometrica comincia a diminuire, e continuando la rarefazione essa torna ad aumentare avvicinandosi ai valori normali senza mai raggiungerli, mantenendosi press'a poco costante fino alla pressione di 480 mm. circa. Se la rarefazione aumenta ancora, la tensione parziale torna a diminuire e assai rapidamente.

Per meglio mettere in evidenza queste diverse fasi della tensione parziale del CO_2 negli alveoli polmonari, in base alle medie delle esperienze descritte nell'altra Nota, ho segnato nella fig. 1 la curva delle variazioni della tensione parziale del CO_2 nell'aria rarefatta. Le ordinate corrispondono alla tensione parziale del CO_2 e le ascisse alla pressione barometrica.

La linea A segna la variazione che presenterebbe la tensione parziale del CO_2 , se la sua percentuale negli alveoli, cioè la sua eliminazione dal sangue rimanesse costante anche nell'aria rarefatta. In condizioni ordinarie, quando io sono in perfetto riposo, l'aria di riserva contiene al mattino 5,97 % di CO_2 che alla pressione media di Torino di 750 mm. corrisponde ad una tensione parziale di mm. 44,77: alla pressione di 350 mm. essa sarebbe di mm. 20,89: alle pressioni intermedie i valori sono segnati nella curva. Nella curva B è raffigurato come cambia effettivamente la tensione parziale del CO_2 , quando per effetto della depressione barometrica varia la quantità eliminata del CO_2 .

La curva B si può dividere in quattro fasi: la prima corrisponde all'inizio della rarefazione e va fino alla pressione di 650 mm., in essa si nota la rapida diminuzione della tensione da 44 mm. a 39 mm., fra questi limiti di pressione la percentuale del CO_2 nell'aria di riserva diminuisce: perciò la sua tensione parziale dovrà per due cause diventare minore, sia perchè diminuisce l'acido carbonico eliminato nell'unità di tempo, sia per effetto della diminuzione di pressione nell'aria inspirata per sè stessa. Quando, come effetto della depressione barometrica, incomincia un'eliminazione maggiore del normale di CO_2 , noi abbiamo la seconda fase con un rapido innalzamento della tensione parziale fino a raggiungere quasi i valori normali; infatti l'acido carbonico eliminato in più tende a neutralizzare la diminuzione della tensione

parziale dipendente dalla rarefazione dell'aria inspirata. Giunti alla pressione di 600 mm. la quantità di CO_2 eliminato oltre il normale diventa un po' minore e si mantiene proporzionale alla pressione in modo che la tensione parziale rimane quasi costante a 42-43 mm. Però quando la rarefazione va oltre i 500 mm., l'acido carbonico nell'aria di riserva più lentamente, e

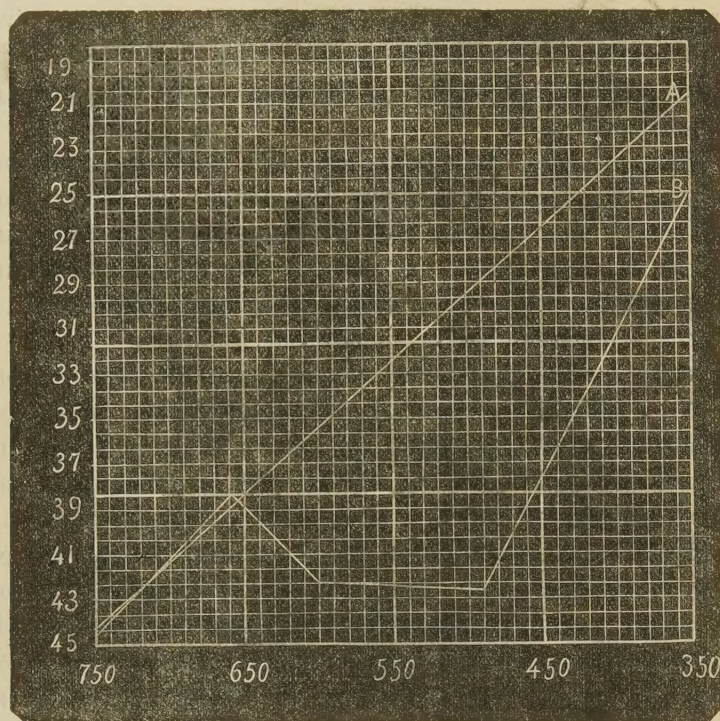


FIG. 1. — Analisi dell'aria di riserva nei polmoni del dott. Aggazzotti. Tensione parziale del CO_2 segnata sulle ordinate. — Pressione barometrica segnata sulle ascisse.

vediamo nella quarta fase della curva una rapida diminuzione della tensione parziale del CO_2 .

Col metodo adoperato in queste ricerche, siccome non si determina la quantità assoluta di CO_2 eliminata in un determinato tempo, ma si misura solo la quantità di CO_2 contenuta negli alveoli polmonari, bisogna tener calcolo della ventilazione dei polmoni. Le osservazioni fatte sulla temperatura rettale in due spedizioni di molte persone che si fermarono nella Capanna Regina Margherita ⁽¹⁾, mostrarono che a quell'altezza le condizioni

⁽¹⁾ A Mosso, *Fisiologia dell'uomo sulle Alpi*, pag. 281.

del ricambio materiale sono mutate. Anche nelle persone più robuste si osservò in tutte un leggero aumento della temperatura. Questa leggera reazione febbrile che deve considerarsi come un fatto costante, aggiunge valore alle ricerche fatte nella camera pneumatica malgrado gli inconvenienti che possa presentare il metodo che si seguì nelle presenti indagini.

Riferisco alcune esperienze che feci in proposito. Per misurare il volume d'aria che respiravo mi sono valso dello stesso metodo del contatore descritto dal prof. A. Mosso a pagina 49 del suo libro ora citato. Una maschera di guttaperca modellata sulla mia faccia veniva applicata con mastice da vetrai in modo che aderisse ermeticamente alla pelle; dalla parte anteriore della maschera parte un tubo che biforcutosi termina in due valvole di Müller, l'una o l'altra di queste valvole, secondo che volevo misurare l'aria inspirata o l'espirsta, veniva congiunta con un altro tubo al contatore ad acqua della fabbrica Riedinger. La resistenza delle valvole e del contatore era minima e trascurabile, non superando 4 a 5 mm. d'acqua.

Lo scopo delle tre prime esperienze fu di vedere su di me stesso, come variava la composizione dell'aria di riserva quando modificavo la ventilazione polmonare.

1^a ESPERIENZA.

29-VI-1904. Pressione barometrica 743 mm. Temperatura 23°,5. Ore 8,30. Respirando normalmente con una frequenza di 11 movimenti respiratori al minuto, se prendevo un campione dell'ultima parte dell'aria di riserva, trovavo 5,252 % di CO₂ e 15,238 % di O₂. Dopo cinque minuti che respiravo profondamente e con una frequenza di 23-25 atti respiratori al minuto, trovai che l'aria di riserva, presa nello stesso modo, conteneva 3,5864 % di CO₂ e 18,392 % di O₂: è diminuito il CO₂, è invece aumentato l'ossigeno. In 5 minuti avevo respirato litri 86,94 d'aria, perciò la profondità di ogni atto respiratorio era di l. 0,756.

2^a ESPERIENZA.

29-VI-1904. Pressione barometrica 743. mm. Temperatura 24.° Ore 16. Respiro normalmente, frequenza 12 al minuto, nell'aria alveolare si trova 5,415 % di CO₂ e 15,833 % di O₂. Dopo cinque minuti che respiravo profondamente con una frequenza di 13, movimenti al minuto, l'aria di riserva contiene 4,024 % di CO₂ e 17,607 % di O₂. In cinque minuti ho respirato litri 87,242 di aria, la profondità di ogni atto respiratorio è di l. 1,342. Come nell'altra esperienza è diminuito l'acido carbonico ed aumentato l'ossigeno.

Un rallentamento nella frequenza dei moti respiratori produce l'effetto contrario.

3^a ESPERIENZA.

2-VII-1904. Ore 9. Pressione barometrica 743. mm. Temperatura 21°,5. Respiro normalmente con una frequenza di 11 movimenti respiratori al minuto; in cinque minuti respiro litri 33,919, perciò la profondità di ogni atto respiratorio è di l. 0,616; l'aria di riserva contiene 5,685 % di CO₂ e 15,417 di O₂. Con una respirazione assai più lenta di 6 movimenti respiratori al minuto, in 5 minuti respiro l. 29,862, la profondità di ogni atto respiratorio è di l. 0,995. L'aria di riserva contiene 6,045 % di CO₂ e 14,393 di ossigeno.

Noi non possiamo anche volontariamente respirare una quantità d'aria molto minore del normale, perchè se diminuiamo la frequenza del respiro, aumenta involontariamente la sua profondità.

Sebbene possano sembrare superflue queste determinazioni, vedremo che non sono del tutto inutili quando metteremo a raffronto i valori delle analisi dell'aria di riserva coi mutamenti che succedono nella ventilazione polmonare sotto le pressioni barometriche corrispondenti.

Feci sopra me stesso altre due esperienze misurando l'aria inspirata in perfetto riposo e stando seduto, durante 15 minuti, prima di fare la rarefazione, e nell'aria rarefatta a diversi gradi; per vedere se variava la ventilazione polmonare.

28-VI-1904. Incomincio con fare due determinazioni dell'aria di riserva sullo stato normale.

Ore 9,40. Pressione 743. Temperatura 23°.

In 15 minuti respiro litri 100,724. Frequenza del respiro da 11 a 12.

Ore 10. Pressione 743 mm. Temperatura 23°.

In 15 minuti respiro litri 100,976. Frequenza del respiro da 11 a 11½.

Nell'aria rarefatta faccio tre determinazioni.

Ore 10,55. Pressione 643 mm. Temperatura 25°.

In 15 minuti, respiro litri 105,739. Frequenza del respiro da 11 a 11½.

Ore 11,25. Pressione 543 mm. Temp. 25,°5.

In 15 minuti respiro litri 106,898. Frequenza da 11 a 12

Ore 11,45. Pressione 443 mm. Temp. 25.°

In 15 minuti respiro litri 113,299. Frequenza 11-12.

Nell'aria rarefatta in me aumenta il volume d'aria inspirata, specialmente quando la rarefazione supera i 543 mm. di pressione.

1-VII-1904. Faccio prima due determinazioni dell'aria di riserva nello stato normale.

Ore 9,15. Pressione 741. Temp. 24°.

In 15 minuti respiro litri 97,221; frequenza 11. Profondità del respiro l. 0,5892.

Ore 9,35. Pressione 741. Temp. 24°.

In 15 minuti respiro litri 97,599: frequenza 10½-11. Profondità del respiro l. 0,5915.

Nell'aria rarefatta.

Ore 10,15. Pressione 641. Temp. 25°.

In 15 minuti respiro litri 107,074: frequenza 11 ½-11. Profondità del respiro litri 0,6489.

Ore 10,37. Pressione 541. Temp, 25°.

In 15 minuti respiro litri 106,671: frequenza 10-10½. Profondità del respiro litri 0,677.

Ore 10,45. Pressione 441. Temp. 25,°5.

In 15 minuti respiro litri 123,076: frequenza 10½-11. Profondità del respiro litri 0,7489.

Anche in questa esperienza si vede un aumento della ventilazione polmonare nell'aria rarefatta, il quale diventa più forte quando la pressione barometrica è di 441 mm.

Se malgrado una ventilazione maggiore dei polmoni, non si produsse una diminuzione del CO₂ ma vi fu anzi un aumento nella quantità dell'anidride carbonica emessa, dobbiamo ritenere che nell'aria rarefatta aumenta l'eliminazione del CO₂ e dobbiamo trovare un'altra spiegazione che non sia

quella di un aumentato lavoro per i mutamenti nella frequenza e profondità del respiro.

Tensione parziale dell'ossigeno.

La tensione parziale di questo gas presenta nell'aria degli alveoli un decorso corrispondente a quello del CO_2 , come si vede nella fig. 2. Due sono i fattori che producono un abbassamento nella tensione dell'ossigeno, il primo è la diminuzione della pressione barometrica che produce la sua rarefazione, il secondo è il consumo maggiore di questo gas che si produce nell'organismo quando diminuisce la pressione barometrica.

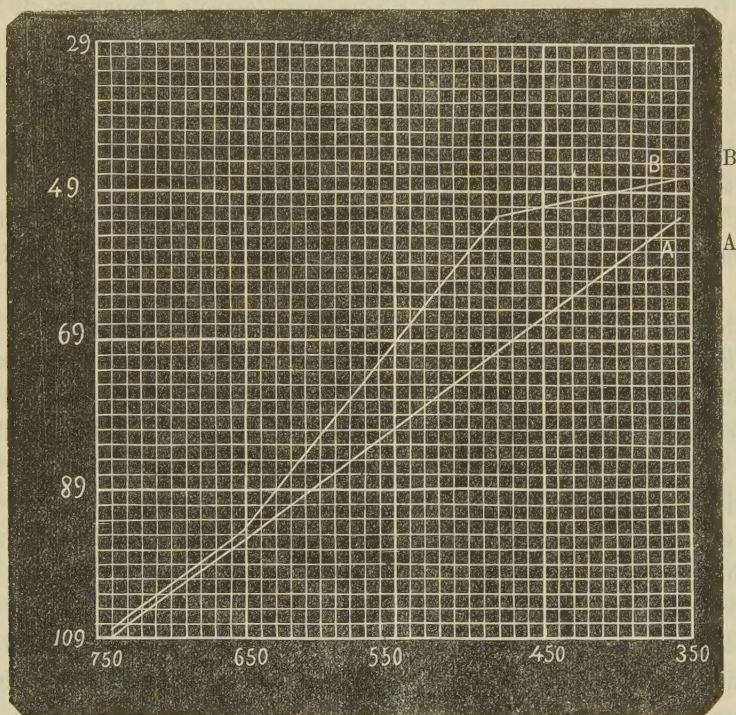


FIG. 2. — Tensione parziale dell'ossigeno: analisi dell'aria di riserva nei polmoni del dott. Aggazzotti. La pressione barometrica è segnata sull'ascissa. La tensione parziale dell'ossigeno sulle ordinate.

Per meglio comprendere quanta parte spetta all'uno e quanta all'altro di questi due fattori, nella fig. 2 ho rappresentato colla linea A la progressiva diminuzione che subirebbe la tensione parziale dell' O_2 negli alveoli per effetto della rarefazione, se la quantità di O_2 assorbito dal sangue rimanesse la stessa, cioè se la percentuale dell' O_2 negli alveoli polmonari rimanesse 14,717 % che è la media dei valori trovati su di me alla pressione normale in Torino che è di 740 mm.

Nella curva B, sono raffigurati i valori medi nella tensione parziale dell'O₂ trovati nelle nostre esperienze a diversi gradi di rarefazione.

Dal confronto delle due curve risulta che fino alla pressione di 645 mm. la diminuzione nella tensione parziale dell'ossigeno negli alveoli dipende esclusivamente dalla diminuzione di tensione dell'ossigeno nell'aria inspirata, e che perciò il suo consumo rimane normale e costante; ma che a depressioni più forti fra 645 e 480 mm. la diminuzione nella tensione dell'ossigeno negli alveoli, diventa molto più forte e le due curve si allontanano. Dopo 480 mm. di pressione, il consumo dell'ossigeno diventa minore e le due curve si riavvicinano. In altre parole abbiamo che fra la pressione di 750 e 650 mm. la tensione dell'ossigeno negli alveoli diminuisce di 16 mm. di Hg; fra la pressione di 650 e 550 mm. la diminuzione è di 26 mm., e fra 550 e 450 mm. essa è di 18 mm. di Hg. Vedremo in seguito come possano interpretarsi queste oscillazioni nella tensione dell'ossigeno: per ora basta osservare come esse dipendano dalle variazioni nella quantità di O₂ assorbito a diversi gradi di rarefazione dell'aria.

Il valore minimo trovato è di 46,331 mm. e corrisponde alla minima pressione di 358 mm. a cui si è arrivati nelle nostre esperienze. Secondo Loewy invece esisterebbe un valore minimo che comparirebbe molto prima e a rarefazioni più o meno forti secondo il modo di respirare.

Questo valore minimo trovato da Loewy oscilla fra 35 e 45 mm. e in certe sue esperienze fu raggiunto già alla pressione di 473 mm. Tale limite secondo l'autore non può essere rimosso, nè per un più forte abbassamento di pressione, nè per un maggiore bisogno di ossigeno da parte dell'organismo, come succede per esempio durante il lavoro.

Nelle nostre esperienze non fu mai raggiunto un valore così basso di 35 mm: ma data l'inclinazione della curva, si può supporre che si sarebbe arrivati a pressioni minori di 330 mm.

Nella fig. 2 vediamo che la deficienza dell'ossigeno nell'aria di riserva comincia a divenir più forte dopo superata la depressione barometrica di 450 mm. che corrisponde presso a poco all'altezza del Monte Rosa. Prima vi era una provvista relativamente maggiore di ossigeno nei polmoni, sebbene fosse più grande la quantità eliminata di anidride carbonica.

La maggior parte dei ricercatori che studiarono il ricambio respiratorio quando la pressione restando normale, diminuiva la tensione parziale dell'ossigeno nell'aria inspirata, trovarono una diminuzione dell'O₂ consumato, mentre il CO₂ eliminato rimaneva costante.

Solo Loewy trovò che diminuendo la tensione parziale dell'ossigeno a 40,45 mm. Hg, il che corrisponde ad una percentuale del 10 % o a 450 mm. di pressione, incominciano a manifestarsi delle alterazioni nel chimismo respiratorio: queste alterazioni consistono in un aumento del CO₂ eliminato e dell'O₂ consumato.

Però il volume dell'aria respirata si accresceva talmente quando la tensione parziale dell'O₂ arrivava a questo limite, che Loewy conclude che la produzione del CO₂ rimane costante, mentre il consumo dell'O₂ è proporzionalmente minore al normale.

Recentemente Tissot ⁽¹⁾ studiando pure l'azione che la diminuzione di tensione dell'O₂ ha sull'organismo arrivò a queste conclusioni: che le combustioni intraorganiche non si modificano; la ventilazione polmonare non incomincia a subire un aumento che allorquando la percentuale dell'O₂ nell'aria inspirata scende sotto 11 % (che corrisponde a 5,000 metri di altitudine); che la quantità di O₂ assorbita non subisce che delle variazioni insignificanti dovute all'aumento della ventilazione polmonare le quali si manifestano solo allorquando la percentuale di O₂ nell'aria inspirata è discesa a 9,5 % (che corrisponde a 6,500 metri di altitudine). Le quantità di CO₂ eliminato resta invariabile quando l'ossigeno nell'aria inspirata è maggiore dell'11 % = 398 mm. Al di sotto di questo limite esso aumenta in modo notevole per l'accrescimento della ventilazione polmonare.

Le alterazioni nel chimismo respiratorio incomincierebbero, secondo Loewy e Tissot, solo quando la percentuale dell'O₂ nell'aria inspirata è del 9 o 10 %; ciò che corrisponde ad una pressione barometrica di 325 o 362 mm. di Hg: a queste pressioni la percentuale del CO₂ nell'aria di riserva è già arrivata al suo massimo valore e incomincia a diminuire; così pure il consumo dell'ossigeno oltre questo limite diviene minore.

Resta perciò dimostrato che le alterazioni riscontrate nell'aria alveolare durante la rarefazione dipendono dalla diminuita pressione e non dalla diminuita tensione parziale dell'ossigeno inspirato e nemmeno dall'alterata meccanica respiratoria.

Le esperienze fatte dal prof. A. Mosso ⁽²⁾ nelle quali mantenendo costante la tensione dell'ossigeno pure esistevano dei gravi disturbi nelle scimmie che si addormentavano ed avevano un respiro più lento, provano che qui studiamo dei fenomeni molto complessi dei quali non è ancora possibile dare una spiegazione senza l'aiuto di ulteriori ricerche.

CONCLUSIONI.

I risultati delle nostre ricerche si possono riassumere in queste conclusioni:

1. Quanto più diminuisce la pressione barometrica, tanto più aumenta nell'aria degli alveoli la percentuale del CO₂

⁽¹⁾ *La respiration dans une atmosphère dont l'oxygène est considérablement rareté* etc. Compt. Rend. de la Soc. de Biologie. Séance 24 Mai 1904.

⁽²⁾ A. Mosso, *La diminuita tensione dell'ossigeno non basta per spiegare il sonno ed altri fenomeni che produconsi nelle forti depressioni barometriche*. Rendiconti R. Accademia dei Lincei, 19 giugno 1904.

2. Questo aumento dell'anidride carbonica negli alveoli polmonari non dipende da una ventilazione minore, chè anzi la depressione barometrica produce in me una ventilazione polmonare maggiore del normale.

3. La tensione parziale dell'acido carbonico nell'aria di riserva durante la rarefazione è sempre inferiore al normale, anche quando la sua eliminazione è massima. Essa presenta delle oscillazioni che dipendono dalla quantità di CO_2 eliminata nei diversi gradi di rarefazione dell'aria.

4. La tensione parziale dell'ossigeno diminuisce gradatamente col progredire della rarefazione dell'aria; ma l'abbassamento è più rapido fra 650 mm. e 450 mm. perchè in questi limiti succede il maggior consumo di ossigeno per effetto della depressione barometrica.

PERSONALE ACCADEMICO

Pervenne all'Accademia la dolorosa notizia della morte del Socio nazionale prof. EMILIO VILLARI, mancato ai vivi il 19 agosto 1904; apparteneva il defunto all'Accademia sino dal 15 giugno 1880.

V. C.